



Kelestarian Penggunaan Sistem Akuaponik Terhadap Alam Sekitar Dari Perspektif Islam: Satu Kajian Literatur

MOHD SHAFIK MOHD SAMSI ^{1, a}, MOHD ZUHAILI KAMAL BASIR ^{2, b} AND NORLIZA GERUNSIN ^{3, c}

¹²³ Universiti Teknologi MARA, Sarawak Branch, Malaysia
^ashafik299@uitm.edu.my, ^bmohdz3506@uitm.edu.my
& ^cnorliza189@uitm.edu.my

Abstrak

Teknologi dalam bidang pertanian dilihat semakin berkembang dari semasa ke semasa. Perkembangan yang pesat ini dapat membantu dalam menghasilkan produk yang berkualiti dalam masa yang singkat. Akuakultur merupakan antara cabang pertanian yang semakin dikenali pada masa ini. Terdapat beberapa teknologi telah dihasilkan dalam usaha meningkatkan pengeluaran hasil akuakultur antaranya adalah sistem akuaponik. Sistem akuaponik adalah satu sistem yang menggabungkan ternakan haiwan akuatik dan tanaman sayuran dengan menggunakan air sebagai media tanaman. Jika dilihat dalam pertanian konvensional yang menggunakan tanah sebagai media tanaman, terdapat beberapa masalah telah berlaku antaranya berkenaan pencemaran tanah, kemerosotan kesuburan tanah, penggunaan racun, dan isu berkenaan kebersihan produk yang dihasilkan. Penggunaan bahan kimia yang berlebihan dalam amalan pertanian konvensional amatlah membimbangkan. Ianya amat berbeza jika dibandingkan dengan sistem akuaponik yang lebih mesra alam dan dapat menghasilkan produk dari sumber organik dan tidak berbahaya. Oleh yang demikian, penulisan ini bertujuan untuk membincangkan berkenaan kelebihan sistem akuaponik seterusnya melihat kelestarian penggunaan sistem ini terhadap alam sekitar terutamanya dari perspektif Islam. Kaedah penulisan ini berbentuk kualitatif berasaskan kajian dan penyelidikan yang terdahulu menerusi dokumen dari koleksi jurnal, artikel ilmiah, tesis dan buku-buku yang berkaitan bidang kajian. Hasil penulisan mendapati bahawa sistem akuaponik dapat memberikan kebaikan terhadap manusia disamping memelihara persekitaran alam sekitar. Penghasilan produk tanpa menggunakan bahan kimia yang berbahaya dilihat dapat membantu dalam memelihara dan memulihara alam sekitar terutamanya air dan tanah yang menjadi sumber utama kehidupan manusia. Sistem ini didapati selaras dengan tuntutan Islam dan maqasid syariah dalam memelihara nyawa di mana bahan yang digunakan dalam sistem ini terhindar dari bahan-bahan tercemar dan menjamin tahap kebersihan hasil. Kajian ini diharap dapat memberi impak kepada peningkatan penggunaan sistem ini pada masa hadapan dalam usaha untuk memelihara persekitaran dengan penggunaan sistem yang lebih mesra alam.

Kata Kunci: Akuakultur, Akuaponik, Kelestarian, Islam, Teknologi

1. Pendahuluan

Bidang pertanian merupakan bidang yang luas merangkumi perladangan, penternakan, penanaman sayuran, perikanan dan akuakultur. Pertanian dilihat antara sektor yang menyumbang kepada pembangunan ekonomi negara dan ianya amat penting dalam memastikan keseimbangan antara pengeluaran dan permintaan makanan yang semakin meningkat pada masa ini dapat dicapai. Pertanian dan teknologi saling berkait rapat antara satu sama lain, dan perkembangan teknologi telah memberikan impak yang signifikan pada sektor pertanian. Teknologi dalam pertanian merangkumi berbagai inovasi dan aplikasi teknologi yang bertujuan untuk meningkatkan produktiviti, efisiensi, dan pengeluaran yang berterusan. Bagi meningkatkan pengeluaran produk akuakultur, pelbagai teknologi telah dicipta dan diperkenalkan kepada pengusaha bidang tersebut. Antara teknologi akuakultur yang semakin dikenali pada masa ini adalah sistem akuaponik. Sistem akuaponik adalah satu sistem penghasilan makanan yang menggabungkan ternakan haiwan akuatik dan tanaman tumbuhan hidroponik. Ianya menggunakan medium air sepenuhnya tanpa ada penggunaan tanah. Gabungan antara akuakultur dan hidroponik dalam satu sistem ini dapat menghasilkan produk ikan dan sayur-sayuran secara serentak. Kedua-dua sistem ini perlu bekerjasama dan saling memerlukan antara satu sama lain untuk menghasilkan produk yang berkualiti. Terdapat tiga elemen penting di dalam sistem akuaponik iaitu ikan, tanaman dan bakteria. Secara asasnya, ikan yang ditanam akan menghasilkan sisa buangan yang dapat digunakan sebagai baja kepada tanaman (Goddek et al., 2018) di dalam sistem hidroponik. Kandungan ammonia dari sisa buangan ikan akan bertindakbalas bersama bakteria dan menukarnya kepada nitrit, dan seterusnya mengubah nitrit kepada nitrat. Nitrat pula adalah nutrien mikro yang sangat berguna untuk digunakan sebagai zat kepada tumbuhan dan akan diserap oleh sayur-sayuran di dalam sistem hidroponik. Sayur-sayuran yang ditanam pula akan menghasilkan oksigen dan meningkatkan kualiti air untuk dipindahkan semula kepada sistem ternakan ikan. Kualiti air adalah antara elemen yang sangat penting kerana kualiti air yang bagus dapat membantu dalam meningkatkan produktiviti (Hamdy, 2007). Kitaran ini akan sentiasa berterusan dan semua elemen utama akan saling bertindak balas bagi menghasilkan produk yang berkualiti.

Bagi menjamin kesejahteraan dan pemeliharaan sumber utama pertanian, adalah amat penting menghasilkan produk dan teknologi yang lestari terhadap alam sekitar. Kelestarian merujuk kepada pemeliharaan atau pelestarian sesuatu



dengan cara yang berterusan dan mampan untuk jangka masa panjang. Dalam konteks pertanian, kelestarian merangkumi amalan pertanian yang mengutamakan keseimbangan ekologi, kualiti tanah, air, biodiversiti, dan kehidupan haiwan untuk memastikan keberlanjutan sumber daya alam dan pertanian dalam jangka masa panjang. Pertanian konvensional menggunakan medium tanah dilihat telah menyumbang kepada pencemaran alam sekitar terutamanya udara dan air. Seperti yang diketahui, pertanian memerlukan racun kimia bagi mengawal penyakit dan serangga dari menyerang tanaman. Walaubagaimanapun, penggunaan racun tersebut telah menyebabkan terbentuknya partikel iaitu aerosol yang terampai di udara dan terjadinya pencemaran udara (Singh, 1995). Laporan yang pernah dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia (2008) juga menunjukkan bahawa industri berasaskan pertanian telah menyumbang kepada kemerosotan kualiti air sungai. Menurut kajian yang pernah dijalankan di Sungai Kinta oleh Nasir Nayan et al. (2009) pula, didapati bahawa kawasan pertanian dan penternakan yang dijalankan disepanjang sungai tersebut telah menyumbang kepada kemerosotan kualiti air. Kamyab et al. (2018) dalam kajiannya juga mendapati bahawa penanaman kelapa sawit telah menyebabkan pencemaran kualiti air. Ianya disebabkan oleh penggunaan racun serangga dan sisa efluan yang dikeluarkan oleh kilang kelapa sawit ketika proses menghasilkan minyak dijalankan.

Justeru adalah amat sesuai jika sistem akuaponik yang mesra alam ini dijadikan sebagai alternatif bagi menghasilkan produk yang lebih sihat dan berkualiti. Bagi mencari penjelasan berkaitan teknologi sistem akuaponik, penulisan ini telah dijalankan untuk mengetahui lebih lanjut lagi mengenai kebaikan yang boleh diperolehi dari sistem ini berbanding dengan kaedah konvensional. Objektif utama penulisan yang dijalankan ini adalah untuk mengupas lebih lanjut lagi mengenai kelestarian penggunaan sistem akuaponik terhadap alam sekitar dari perspektif Islam.

2. Metodologi Kajian

Penulisan ini menggunakan kaedah berbentuk kualitatif berasaskan analisis kajian dan penyelidikan yang terdahulu. Penelitian dilakukan menerusi dokumen dari koleksi jurnal, makalah ilmiah, tesis dan buku-buku yang berkaitan bidang kajian. Kesemua maklumat yang diperolehi telah dianalisis secara deskriptif dan dirumuskan secara tematik.

3. Dapatan Kajian dan Perbincangan

Hasil dari penelitian yang telah dijalankan, secara asasnya sistem akuaponik ini didapati dapat memberikan kebaikan kepada manusia dari segi kebersihan, keselamatan, kesihatan dan penjimatan. Berdasarkan kebaikan yang diperolehi tersebut, sistem ini sememangnya boleh menjadi sistem pertanian yang dapat memelihara alam sekitar. Menerusi ajaran Islam, setiap makanan dan minuman yang diambil mestilah dalam kategori *toyyibah* dan menjadi *awlawiyyat* iaitu keutamaan dalam kehidupan manusia. Kategori ini merangkumi aspek kesihatan, kebersihan dan keselamatan. Islam begitu jelas dalam menyenaraikan kriteria makanan dan minuman yang baik lagi bersih dan sebaliknya (Mohamed & Shafiai, 2021). Makanan dan minuman itu merangkumi kurniaan Allah SWT di laut dan didarat bagi manfaat manusia sejagat. Firman Allah SWT:

﴿وَيُحِلُّ لَهُمُ الطَّيِّبَاتِ وَيُحَرِّمُ عَلَيْهِمُ الْخَبَائِثَ﴾

Maksudnya, “Dan menghalalkan bagi mereka benda yang baik dan mengharamkan kepada mereka segala benda yang buruk.” (al-Quran. Al-‘Araf: 157).

﴿وَقَدْ فَصَّلَ لَكُمْ مَا حَرَّمَ عَلَيْكُمْ إِلَّا مَا اضْطُرُّتُمْ إِلَيْهِ﴾

Maksudnya, “Dan sesungguhnya Allah telah menerangkan kepada kamu apa yang telah diharamkanNya ke atas kamu, kecuali apa yang terpaksa memakannya.” (al-Quran. Al-An‘am: 119).

Menerusi ayat-ayat di atas, jelas menunjukkan bahawa setiap makanan dan minuman yang diambil perlu dipastikan ianya tidak memudaratkan diri. Jika dilihat dalam sistem akuaponik, produk sayur-sayuran dan ikan yang terhasil dari sistem ini tidak mendatangkan mudarat kepada kesihatan manusia. Sistem ini dianggap sebagai organik dan tidak menggunakan sebarang bentuk baja kimia dan racun serangga. Tanaman dalam sistem ini mendapat khasiat dan nutrien dari sisa ikan tanpa perlu ditambah sumber baja kimia buatan kilang (Connolly & Trebic, 2010). Justeru itu, produk yang diperolehi juga terjamin kualiti kebersihan serta lebih sihat dan selamat untuk dijadikan sajian makanan. Kajian juga mendapati bahawa bahagian tumbuhan yang boleh dimakan dari sistem ini tidak pernah terdedah kepada najis ikan. Menurut Erickson (2012), pemindahan patogen ke dalam tumbuhan dalam sistem akuaponik tidak mungkin akan berlaku kerana ianya memerlukan penyerapan melalui akar dan perkara tersebut tidak berlaku melalui penuaian secara semula jadi dalam sistem ini. Oleh itu, risiko kepada kesihatan manusia daripada najis ikan yang tercemar melalui penyerapan akar adalah minimum kerana hanya air yang bersih digunakan di dalam sistem akuaponik (Fox et al., 2012). Ianya disokong oleh González-Alanis et al. (2011) yang menyatakan bahawa dalam tempoh 20 tahun



kebelakangan ini, tiada laporan sahih mengenai penyakit manusia akibat ikan akuaponik yang tercemar atau sayur-sayuran mentah dilaporkan.

Islam juga amat menitikberatkan aspek keselamatan dan kesihatan dalam pemilihan makanan. Setiap perkara yang diambil perlu dipastikan dapat menjaga keselamatan diri, keluarga dan orang sekeliling dari mudarat dan mufasadat. Aspek keselamatan ini berkaitan gaya kehidupan manusia terutama cara pemilihan, pengambilan, pengeluaran dan pemprosesan makanan dan minuman. Masalah yang hendak dipelihara dari gaya kehidupan ini adalah kesihatan. Kesihatan juga adalah salah satu tuntutan ajaran Islam dalam merangsang kecerdasan minda dan jasad bagi menjalani ibadah dan tanggungjawab sebagai khalifah Allah di muka bumi ini (Aris et al., 2020). Perkara ini ditegaskan Allah SWT menerusi firmanNya:

﴿كُلُوا وَاشْرَبُوا هَنِيئًا بِمَا أَسْلَفْتُمْ فِي الْأَيَّامِ الْخَالِيَةِ﴾

Maksudnya, “Makan dan minumlah kamu sebagai nikmat yang lazat dan baik kesudahannya, dengan sebab (amal-amal soleh) yang telah kamu kerjakan pada hari-hari yang lalu (di dunia).” (al-Quran. Al-Haqqah: 24).

Ayat di atas menunjukkan gaya pemakanan manusia akan menentukan nasib baik dan buruk mereka di akhirat kelak. Setiap sumber rezeki yang diperolehi dan dimanfaatkan akan diperhitungkan dan dipersoalkan Allah SWT di hari pembalasan. Justeru itu, mana-mana sumber makan-minum yang membahayakan kesihatan dan keselamatan amat ditegah sama sekali. Pencegahan ini bagi memastikan sekuriti makanan dan kualiti kesihatan manusia terus dijaga, seterusnya membendung sebarang bentuk penyakit dan wabak (Aris & Ab Rahman, 2011; Mohamed & Shafiai, 2021). Berdasarkan kajian-kajian yang telah dijalankan, tumbuhan yang ditanam menggunakan sistem akuaponik adalah selamat dimakan. Antaranya adalah kajian yang dijalankan oleh Pérez-Urrestarazu et al. (2019) yang melaporkan kandungan nitrat yang didapati pada salad roman, chard swiss dan kangkung kerinting adalah sebanyak 613,2387.8 dan 1425.4 mg kg⁻¹. Kadar ini didapati masih berada di bawah had yang ditetapkan di dalam peraturan sedia ada oleh Suruhanjaya Eropah. Malahan, ianya juga berada dalam julat nilai yang didapati pada sayur-sayuran yang sama yang ditanam secara konvensional (Pérez-Urrestarazu et al., 2019). Selain itu, hasil pengeluaran tumbuhan dari sistem akuaponik didapati tidak menggunakan sebarang baja buatan dan bebas daripada antibiotik, racun perosak dan racun rumpai (Yildiz et al., 2019). Penggunaan sistem akuaponik membolehkan bahan kimia yang mahal digantikan dengan makanan ikan yang lebih murah.

Seterusnya, sistem ini dilihat mampu menjaga ekosistem alam dan keseimbangan ekologi manusia. Penggunaan secara optimum sumber air, tanah, tenaga dan mineral dapat menjamin keselamatan alam sekitar dan mengelakkan hakisan tanah yang mengundang bencana dan kiamat iklim di masa mendatang. Interaksi antara ekologi dan persekitaran manusia memberi kesan kepada peningkatan tahap kualiti kesihatan manusia. Sistem akuaponik berjaya mengurangkan eksploitasi sumber asli secara berlebihan dan memanfaatkan teknologi untuk mengubah kualiti kehidupan manusia. Teknologi sistem ini boleh mendukung kitaran semula bagi mengawal kadar pencemaran udara akibat aktiviti-aktiviti manusia yang tidak terancang. Perubahan iklim juga menjejaskan kesuburan tanaman dan mengurangkan penghasilan produk penanaman sebagai sumber khasiat makanan manusia. Penggunaan sistem ini boleh menampung keperluan manusia dan membina persekitaran hijau yang membekalkan oksigen di sekeliling rumah. Ia amat baik dan kondusif dalam menyokong peningkatan tahap kesihatan manusia dari aspek persekitaran dan pemakanan (Li et al., 2018). Firman Allah SWT:

﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُواتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ﴾

Maksudnya, “Wahai manusia! Makanlah dari sumber yang (halal) lagi baik (thoyyib) dari apa yang terdapat di bumi, dan jangan mengikuti langkah-langkah syaitan kerana sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu.” (al-Quran. Al-Baqarah: 168).

Berdasarkan ayat di atas, kalimah *toyyibah* itu merujuk kepada sumber makanan yang memberi manfaat kesihatan serta kesejahteraan dari aspek jasad dan rohani. Sumber makanan itu mesti mempunyai nutrisi dan gizi yang seimbang mengikut keperluan setiap badan manusia. Pengambilan makanan bersumberkan bahan organik amat digalakkan bagi memelihara kesihatan dan mengelak dari sebarang bentuk penyakit yang kronik. Menjaga kesihatan juga adalah sebahagian tuntutan agama dan memberi kesan kepada kualiti ibadat seorang mukmin. Selain itu, sistem kitaran semula air yang digunakan dalam sistem ini bersifat mesra alam. Ini kerana sistem ini tidak menggunakan bahan-bahan toksik yang boleh mencemarkan ekosistem alam. Dalam sistem bersepadu ini, nutrien yang dikumuhkan secara langsung oleh ikan atau dihasilkan oleh penguraian sisa organik oleh mikroorganisma, akan diserap oleh tumbuhan yang ditanam secara hidroponik. Penghasilan sisa daripada ikan yang penuh dengan nutrien dan diserap semula oleh



tumbuhan memberikan impak yang sangat rendah kepada alam sekitar (Blidariu & Grozea, 2011; Rakocy et al., 2016). Proses ini secara tidak langsung merawat air yang akan mengalir kembali ke komponen ternakan ikan untuk digunakan semula (Endut et al., 2009). Tambahan pula, air akuaponik mengandungi bahan organik yang boleh menggalakkan pembiakan dan pertumbuhan bakteria heterotrofik dalam sistem atau bahkan meningkatkan pertumbuhan dan daya maju tumbuhan secara langsung. Manakala di dalam hidroponik organik, bakteria ini boleh bertindak sebagai agen antagonis atau sebagai elisitor pertahanan tumbuhan untuk melindungi tumbuhan daripada penyakit (Stouvenakers et al., 2019).

4. Kesimpulan

Secara keseluruhannya, sistem akuaponik dilihat mampu memberikan hasil makanan seperti ikan tilapia dan sayur sawi yang sihat kepada manusia. Pengambilan makanan yang sihat dapat meningkatkan taraf kesihatan manusia disamping menjamin kehidupan yang lebih berkualiti. Justeru itu, kajian literatur ini membina korpus ilmu baru dalam bidang akuakultur dengan mengetengahkan keupayaan sistem akuaponik sebagai alternatif sistem penghasilan sumber makanan yang bersifat fleksibel dan ekonomis. Sistem ini berpotensi dalam meningkatkan tahap kesihatan manusia menerusi pengambilan sumber makanan yang organik. Situasi ini secara tidak langsung membantu mengurangkan kadar pencemaran dan memaksimumkan penggunaan tanah untuk aktiviti pembinaan penempatan dan kegiatan logistik. Dengan dunia yang semakin tenat dan kekurangan kawasan tanah untuk pertanian, adalah amat penting untuk para petani menjalankan pertanian dengan menggunakan teknologi seperti sistem akuaponik. Selain itu, kajian ini juga dapat membantu Kementerian Kesihatan Malaysia dalam membina pelan cadangan pengambilan makanan organik berasaskan sistem yang mesra alam sekitar dalam usaha mengekang penyakit-penyakit kronik di masa akan datang.

Rujukan

- Aris, N. M., & Ab Rahman, A. (2011). Pelaksanaan Dasar Sekuriti Makanan Di Malaysia: Kajian Daripada Perspektif Ekonomi Islam: The Implementation of Food Security Policy in Malaysia: A Study from an Islamic Economics Perspective. *Jurnal Syariah*, 19(1), 39-62.
- Aris, N. M., Rameli, M. F. P., Mohamed, N., & Nordin, B. (2020). Kepentingan Makanan Dalam Menjamin Hifz Al-Nafs (The Important of Food To Ensure Hifz Al-Nafs). *Journal of Human Capital Development (JHCD)*, 13(2), 61-74.
- Blidariu, F., & Grozea, A. (2011). Increasing The Economic Efficiency and Sustainability of Indoor Fish Farming by Means of Aquaponics – Review. *Anim Sci Biotechnol*. 44(2), 1-8.
- Connolly, K., & Trebic, T. (2010). Optimization of a backyard aquaponic food production system.
- Endut, A., Jusoh, A., Ali, N., Wan Nik, W., & Hassan, A. (2009). Effect of flow rate on water quality parameters and plant growth of water spinach (*Ipomoea aquatica*) in an aquaponic recirculating system. *Desalination and water treatment*, 5(1-3), 19-28.
- Erickson, M. C. (2012). Internalization of fresh produce by foodborne pathogens. *Annual review of food science and technology*, 3, 283-310.
- Fox, B. K., Tamaru, C. S., Hollyer, J., Castro, L. F., Fonseca, J. M., Jay-Russell, M., & Low, T. (2012). A preliminary study of microbial water quality related to food safety in recirculating aquaponic fish and vegetable production systems.
- Goddek, S., Delaide, B.P.L., Joyce, A., Wuertz, S., Jijakli, M.H., Gross A, Eding, E.H., Bläser, I., Reuter, M., Keizer, L.C.P., Morgenstern, R., Körner, O., Verreth, J., Keesman, K.J. (2018). Nutrient Mineralization and Organic Matter Reduction Performance of RAS-Based Sludge in Sequential UASB-EGSB Reactors. *Aquac Eng*. 83, 10-19.
- González-Alanis, P., Gutierrez-Olguín, J. I., Castro-Segura, I., Ezqueda-Palacios, H., Acosta, M. H., Gojon-Báez, H. H., & Fitzsimmons, K. M. (2011). Food Safety Study of Leafy Green Irrigated with Tilapia Farm Effluents in Tamaulipas. In *Better Science, Better Fish, Better Life: Proceedings of the Ninth International Symposium on Tilapia in Aquaculture* (pp. 121-122).
- Hamdy, A. (2007). Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture: An Analytical Review. *Water Use Efficiency and Water Productivity*. WASAMED Project, 9–19.
- Jabatan Alam Sekitar Malaysia. (2008). Laporan Kualiti Alam. Jabatan Alam Sekitar, Kuala Lumpur.
- Kamyab, H., Chelliapan, S., Din, M. F. M., Rezania, S., Khademi, T., & Kumar, A. (2018). Palm oil mill effluent as an environmental pollutant. *Palm oil*, 13, 13-28.
- Li, C., Lee, C. T., Gao, Y., Hashim, H., Zhang, X., Wu, W.-M., & Zhang, Z. (2018). Prospect of aquaponics for the sustainable development of food production in urban. *Chemical Engineering Transactions*, 63, 475-480.



-
- Mohamed, M. I., & Shafiai, M. H. M. (2021). Sekuriti Makanan Berlandaskan Konsep Halalan Toyyiban: Analisis Dari Perspektif Maqasid Shariah. *Jurnal Hadhari*, 13(2), 221-243.
- Nasir Nayan, Mohmadisa Hashim, Mohd Hairry Ibrahim, & Ngah, M. S. Y. C. (2009). Perubahan gunatanah dan tahap kualiti air sungai di Bandaraya Ipoh, Perak. *Malaysian Journal of Environmental Management* 10(2), 115-134.
- Pérez-Urrestarazu, L., Lobillo-Eguíba, J., Fernández-Cañero, R., & Fernández-Cabanás, V. M. (2019). Food safety concerns in urban aquaponic production: Nitrate contents in leafy vegetables. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44, 126431.
- Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2016). *Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture*.
- Singh, H. B. (1995). *Composition, chemistry, and climate of the atmosphere*. Van Nostrand Reinhold New York.
- Stouvenakers, G., Dapprich, P., Massart, S., & Jijakli, M. H. (2019). Plant pathogens and control strategies in aquaponics. *Aquaponics Food Production Systems*, 353-378.
- Yildiz, H. Y., Radosavljevic, V., Parisi, G., & Cvetkovikj, A. (2019). Insight into risks in aquatic animal health in aquaponics. *Aquaponics Food Production Systems*, 435.